

SKŁAD CHEMICZNY DRZEW

Romuald I. Tomczuk

Oddział Karpacki Ukraińskiego Instytutu Problemów Leśnictwa, Iwano-Frankowsk

Synopsis. Zbadano zawartość celulozy, ligniny, związków azotowych, karotenów, substancji ekstraktywnych i mikroelementów w drzewach kilku gatunków rosnących w Karpatach Wschodnich. Stwierdzono zależność składu chemicznego od części drzewa oraz położenia jego stanowiska nad poziomem morza.

WSTĘP

Ilość składników chemicznych w drewnie, korze i igłach lub liściach blaszkowych może zmieniać się w zależności od warunków wzrostu drzewa.

Przedmiotem przedstawionych badań było określenie udziału celulozy, ligniny, związków azotowych, karotenów, substancji ekstraktywnych i mikroelementów w różnych częściach drzewa, zależnie od wysokości stanowiska drzewa nad poziomem morza, wieku drzewa i wieku igliwia oraz pozycji igliwia w koronie drzewa itp.

Główną uwagę zwrócono na zbadanie składu chemicznego igieł i liści blaszkowych, ponieważ przede wszystkim one reagują na zmianę warunków zewnętrznych. Zbadano także wpływ warunków przechowywania zieleni technicznej na jej jakość jako surowca paszowego.

Badania przeprowadzono w Karpatach Wschodnich i objęto nimi następujące gatunki drzew: świerk pospolity — *Picea excelsa* Link, sosna limba — *Pinus cembra* L., jodła pospolita — *Abies alba* L., buk zwyczajny — *Fagus sylvatica* L., dąb bezszypułkowy — *Quercus petraea* Liebl. i dąb szypułkowy — *Q. robur* L.

Na 101 powierzchniach doświadczalnych wybrano 757 drzew przeciętnych, z których pobrano ponad 5900 próbek do analiz. Doświadczalnemu przechowywaniu poddano 60 próbek zieleni technicznej i gałęzi. Zawartość poszczególnych związków chemicznych określano powszechnie stosowanymi metodami laboratoryjnymi. Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancyjnej.

WYNIKI

Zawartość celulozy w igliwiu, korze i drewnie gałęzi świerka pospolitego była mniejsza w drzewach z niższych położań górskich (tab. 1). Wzrastała ona natomiast w miarę starzenia się igliwia, a nie ulegała zmianie w materiale przechowywanym przez miesiąc w warunkach naturalnych.

Tabela 1

Zawartość procentowa celulozy, ligniny i związków azotowych w świerku pospolitym, zależnie od wysokości nad poziomem morza

Składnik	Położenie stanowiska m n.p.m.	Igliwie 3-letnie	Kora gałęzi	Drewno gałęzi
Celuloza	1360	23,3	25,9	27,6
	700	21,3	21,4	24,2
Lignina	1360	25,3	32,1	30,8
	700	26,9	34,8	34,8
Związki azotowe	1360	5,0	1,9	1,7
	700	4,2	1,5	1,1

Zawartość ligniny jest różna w poszczególnych częściach drzewa (tab. 2). W korze i drewnie gałęzi świerka i jodły zmniejsza się ona w miarę wzrostu wysokości stanowiska nad poziomem morza.

Zawartość ligniny w drewnie i korze pnia u wszystkich gatunków uwzględnionych w badaniach zwiększa się od podstawy ku wierzchołkowi drzewa (zwłaszcza w obrębie korony), natomiast w gałęziach prawidłowość ta układa się odwrotnie — ku wierzchołkowi drzewa udział ligniny maleje.

Zawartość ligniny w igliwiu, drewnie i korze gałęzi świerka i jodły nie jest też jednakowa w ciągu roku. Najwięcej jest jej na wiosnę, a najmniej w zimie.

W cienkich drzewach (wszystkich badanych gatunków), których średnica w szyi korzeniowej mieści się w granicach od 2 do 10 cm, udział ligniny wzrasta nieznacznie wraz ze wzrostem średnicy drzewa. Cienkie drzewa zawierają więcej ligniny w korze pni, mniej w liściach blaszkowych lub igłach.

W igliwiu jodły, świerka i limby zawartość ligniny wzrasta w miarę starzenia się igieł. W jednorocznym igliwiu jodły ilość ligniny wynosi 22,8%, w trzyletnim — 25,9%; w igliwiu świerkowym jednorocznym — 24,3%, w czteroletnim — 27,2%, a w igliwiu limby jednorocznym wynosi 23,6%, w trzyletnim — 24,8% i w czteroletnim — 26,2%.

Podczas przechowywania w lesie (w temperaturach dodatnich) zawartość ligniny w igłach, korze i drewnie gałęzi świerka i jodły w ciągu miesiąca nie zmienia się.

Ilość substancji rozpuszczalnych w eterze zawartych w igliwiu, korze i drewnie gałęzi świerka i jodły wzrasta wraz z wysokością stanowiska nad poziomem morza.

Tabela 2

Zawartość ligniny (w procentach suchej masy) w drzewach różnych gatunków

Organ	Rodzaj pędu	Miejsce na drzewie	Świerk	Limba	Jodła	Buk	Dąb szypułkowy	Dąb szypułkowy	
Drewno	pień	Szyja korzeniowa	22,58	25,65	24,03	21,99	20,13	19,64	
		poniżej	23,16	26,15	24,43	22,76	21,20	19,70	
		środką wys.	24,14	26,80	25,34	22,96	22,15	21,48	
		powyżej	24,67	27,16	26,79	23,80	22,60	21,91	
	gałęzie	nasada korony	25,53	28,02	26,59	24,70	23,50	2,44	
		środek korony	25,13	27,66	26,25	24,46	23,13	22,98	
		wierzchołek	24,89	27,37	25,73	23,94	22,88	22,50	
	Kora	pień	szyja korzeniowa	23,83	26,69	24,30	22,86	21,52	20,18
			poniżej	24,28	26,11	25,22	23,33	21,83	20,48
środką wys.			24,97	28,58	24,95	23,95	23,18	21,33	
powyżej			25,31	28,78	25,99	24,06	23,55	21,97	
gałęzie		nasada korony	27,04	28,73	25,31	25,66	23,92	24,20	
		środek korony	25,88	28,03	26,76	24,83	23,19	23,50	
		wierzchołek	25,34	27,71	25,95	24,41	23,15	23,01	
Igły (liście)		średnia z dolnej, środkowej i górnej części korony	25,63	23,24	22,97	20,23	22,41	21,12	

Zawartość substancji rozpuszczalnych w eterze jest niejednakowa w drewnie różnych partii strzały (tab. 3). U limby, świerka i jodły jest ich więcej u podstawy niż w środkowej części, na którą przypada minimum. W obrębie korony, w drewnie strzały zawartość tych substancji wzrasta, a przy wierzchołku jest równie duża, jak u podstawy strzały. W odniesieniu do kory strzały prawidłowości kształtują się pod tym względem niemal jednakowo u wszystkich gatunków objętych badaniami.

Badając rozmieszczenie w gałęziach substancji rozpuszczalnych w eterze stwierdzono, że najwięcej jest ich w drewnie gałęzi dolnej partii korony, a najmniej — w części środkowej. Taka sama prawidłowość rysuje się w odniesieniu do kory. Największe ilości tych substancji są zawarte w igliwiu znajdującym się na wierzchołku korony, a igliwie z dolnych części korony ma ich najmniej.

Tabela 3

Zawartość substancji rozpuszczalnych w eterze (w procentach suchej masy) w drzewach różnych gatunków

Organ	Rodzaj pędu	Miejsce na drzewie	Świerk	Limba	Jodła	Buk	Dąb bezszypułkowy	Dąb szypułkowy	
Drewno	pień	szyja korzeniowa	1,0	3,8	0,9	0,6	0,6	0,7	
		poniżej środka wysokości	0,9	3,2	0,7	0,5	0,5	0,6	
		powyżej środka wysokości	1,0	3,3	0,7	0,5	0,6	0,6	
		wierzchołek	1,2	3,4	0,8	0,6	0,6	0,7	
	gałęzie	nasada korony	1,6	3,5	1,1	0,8	0,7	0,7	
		środek korony	1,4	3,3	1,0	1,8	0,6	1,6	
		wierzchołek	1,5	3,3	1,0	1,1	0,7	0,7	
	Kora	pień	szyja korzeniowa	2,7	3,8	4,9	1,3	1,2	1,3
			poniżej środka wysokości	1,5	3,6	4,6	1,2	1,1	1,2
powyżej środka wysokości			1,6	3,7	4,7	1,3	1,1	1,3	
wierzchołek			2,0	3,7	4,8	1,3	1,2	1,3	
gałęzie		nasada korony	3,9	4,5	6,0	1,8	1,3	1,6	
		środek korony	3,6	4,4	5,6	1,4	1,2	1,5	
		wierzchołek	3,7	4,6	5,8	1,8	1,3	1,6	
Igły (liście)		dolna część korony	5,5	7,0	5,9	3,4	4,6	3,3	
		środkowa część korony	6,1	7,5	6,4	3,5	4,7	3,5	
	wierzchołek	6,9	7,0	6,7	3,6	5,0	3,9		

W drewnie i korze pnia buka, dębu bezszypułkowego i szypułkowego maksymalne nagromadzenie substancji rozpuszczalnych w eterze zaobserwowano w odziomku, a minimalne — w połowie wysokości pnia. Ilość tych związków zwiększa się w miarę oddalania się od środka wysokości i w obrębie korony jest dość znaczna.

W listowiu największa koncentracja jest u wierzchołka, najmniejsza — w dolnej części korony.

Wiek drzewa ma wpływ na zawartość substancji rozpuszczalnych w eterze. W miarę starzenia się drzewa rośnie ich zawartość, zwłaszcza w listowiu blaszkowym lub igliwiu. W igliwiu, korze i drewnie gałęzi limby, świerka i jodły zawartość omawianych substancji jest zmienna w ciągu roku; największa jest w listopadzie i grudniu, najmniejsza — w końcu wiosny i na początku lata.

W drzewach cienkich (2-10 cm średnicy w szyjce korzeniowej) gatunków liściastych i iglastych: brzozy, dębu, buka, świerka, jodły i sosny zawartość substancji ekstraktywnych w listowiu, igliwiu, korze i drewnie pnia nieznacznie wzrasta wraz ze wzrostem średnicy strzałki. Na przykład u brzozy o średnicy 2 cm było w liściach

4% substancji rozpuszczalnych w eterze, w korze 1,6%, a w drewnie 0,6%; u brzozy o średnicy 10 cm odpowiednio: 5,1, 1,8 i 0,6%. Podobną prawidłowość można zauważyć u buka i dębu. U świerka, który miał 2 cm średnicy strzałki, substancji rozpuszczalnych w eterze było: w igliwiu 3,9%, w korze 1,7%, w drewnie 0,6%, a u świerka o średnicy 10 cm odpowiednio: 4,3 1,8 i 0,7%. Podobną prawidłowość stwierdzono u jodły i sosny. U jodły w igliwiu i korze jest więcej substancji ekstraktownych niż u świerka, natomiast mniej ich jest w drewnie jodły niż świerka. W igliwiu i korze sosny jest ich mniej więcej tyle, ile u jodły, a w drewnie więcej niż u jodły i świerka.

Ilość substancji rozpuszczalnych w eterze zawartych w igliwiu, korze i drewnie gałęzi świerka i jodły nie zmienia się podczas przechowywania ich zimą w warunkach naturalnych. Wiosną, w temperaturze dodatniej, zmiany są wyraźniejsze. W igliwiu nie oddzielnym od gałęzi przebiegają wolniej.

Zawartość związków azotowych zwiększa się nieznacznie w miarę wzrostu wysokości nad poziomem morza (tab. 1). Jest ona największa w igliwiu, wydatnie mniejsza w korze gałęzi i jeszcze mniejsza w drewnie gałęzi.

Nagromadzenie związków azotowych w igliwiu, korze i drewnie gałęzi świerka zwyczajnego zmienia się też w ciągu roku. W igliwiu jest ich najwięcej wiosną, najmniej zimą. W korze i drewnie gałęzi maksymalne zawartości stwierdzono jesienią, a minimalne na początku wiosny. W igliwiu, korze i drewnie gałęzi świerkowych, przechowywanych przez miesiąc w warunkach naturalnych, zawartość związków azotowych prawie nie zmienia się.

Karoteny znajdują się w znacznych ilościach w zieleni technicznej, pozyskiwanej do przerobu na mączkę paszowo-witaminową, pastę chlorofilowo-karotenową, naturalny sok komórkowy i inne preparaty biologicznie czynne.

Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że zawartość karotenów w zieleni technicznej zmienia się w zależności od pory roku, miejsca w koronie drzewa, z którego pochodzi listowie blaszkowe lub igliwie, itp.

W igliwiu z cetyny świerkowej, limbowej, jodłowej, sosnowej jest więcej karotenów niż w korze gałązek, natomiast w drewnie gałązek karoteny prawie nie występują. Zawartość ich w igliwiu zależy od wieku igieł; największa jest w igliwiu trzyletnim.

Zawartość karotenów w igliwiu limby, świerka, jodły, modrzewia i w liściach brzozy, dębu i osiki zmienia się w ciągu doby. Najwięcej karotenów jest w godzinach 16-20, najmniej około 8 rano. Również niejednakowa jest zawartość karotenów w ciągu roku. W igliwiu drzewostanów karpaccich największe nagromadzenie karotenów przypada na jesień i zimą (limba 182-183 mg/kg, świerk 187-189 mg/kg, jodła 168-176 mg/kg); w okresie wiosennym karotenów jest mniej (limba 150 mg/kg, świerk 152 mg/kg, jodła 146 mg/kg).

Z punktu widzenia potrzeb przetwórstwa bardzo ważny jest wpływ warunków przechowywania zieleni technicznej na zachowanie jej wartości użytkowej. Przeprowadzone badania wykazały, że zieleń techniczna na gałęziach i bez nich najlepiej zachowuje swoje składniki w temperaturze obniżonej, a więc zimą. Jeżeli przyjąć

zawartość karotenów w świerkowej zieleni technicznej w dniu rozpoczęcia przechowywania za 100%, to w oddzielonej od gałęzi cetynie w trzecim dniu składowania będzie ich 99%, w dwudziestym 88%, a w trzydziestym 60%. W zieleni nie oddzielonej od gałęzi odpowiednio: 99, 93 i 65%.

Latem karoteny w igliwiu rozkładają się bardzo szybko. Jeżeli ilość karotenów w cetynie w pierwszym dniu składowania wynosiła 162 mg/kg, to w dziesiątym dniu pozostało 81 mg/kg, a w trzydziestym dniu tylko 21 mg/kg. W zieleni technicznej nie oddzielonej od gałęzi karoteny rozkładają się nieco wolniej. W porównaniu z początkową zawartością w igliwiu wynoszącą 162 mg/kg, w dziesiątym dniu przechowania było 99 mg/kg, a w trzydziestym dniu — 31 mg/kg. Podobne prawidłowości stwierdzono przy przechowywaniu jodłowej zieleni technicznej.

Zawartość karotenów w igliwiu, znajdującym się w różnych częściach korony, nie jest jednakowa. W igliwiu świerka, limby i jodły z wierzchołkowych partii korony jest ich więcej niż w igliwiu pochodzącym z części średniej i dolnej. Wyniki badań nad zawartością karotenów w igliwiu świerków i jodeł rosnących na różnych wysokościach nad poziomem morza przedstawiono na rysunku 1.

Zawartość mikroelementów ma duże znaczenie dla pełnego scharakteryzowania wartości zieleni technicznej oraz drewna i kory gałęzi. Niezbędne jest poznanie składu jakościowego i ilościowego mikroelementów, z uwzględnieniem zmienności i rozmieszczenia ich w drzewie w zależności od wielorakich czynników.

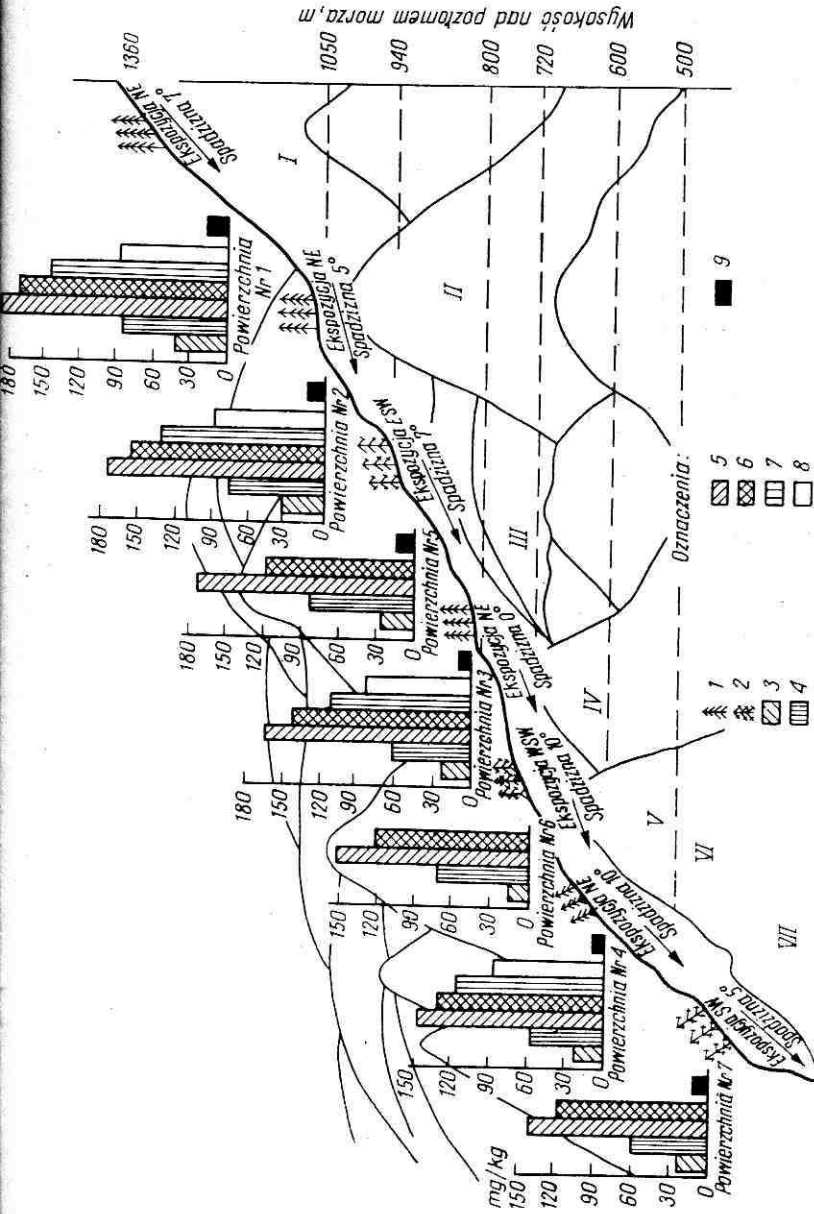
W celu określenia zawartości manganu, miedzi, srebra, cynku, niklu, wanadu, kobaltu i ołowiu przeprowadzono badania na świerkach rosnących na wysokości 700-1360 m oraz jodłach z wysokości 530-940 m n.p.m. Wyniki badań przedstawiono w tabelach 4 i 5. Z danych zawartych w tych tabelach wynika, że zawartość

Tabela 4

Zawartość mikroelementów w igliwiu jodły pospolitej zależnie od wysokości nad poziomem morza (mg% w popiele)

Składnik	Wysokość w m n.p.m.		
	530	720	940
Mangan	1006,60	1014,30	2713,30
Miedź	37,20	42,30	46,10
Srebro	3,76	5,64	6,62
Cynk	28,20	33,20	32,00
Nikiel	19,80	19,20	24,20
Wanad	2,82	4,33	6,20
Kobalt	22,50	22,50	29,30
Ołów	4,50	5,44	7,40

mikroelementów jest różnaita na różnych powierzchniach, z których pochodziły badane drzewa. Igliwie świerków z wysokości 1360 m i jodeł z wysokości 940 m ma ich więcej niż igliwie z drzew tych samych gatunków rosnących w niższych położeniach górskich.



Rys. 1. Zawartość karotenu w korze gałęzi i w igliwiu świerka pospolitego oraz jodły pospolitej, rosnących na różnych wysokościach nad poziomem morza (w mg/kg absolutnie suchej masy): I — mokre lasy mieszane 10 Św; II — mokre lasy mieszane 10 Św, pjd, Jd, Jw, III — mokre lasy mieszane bukowo-jodłowe 8 Św, 1 Jd, 1 Lp, pjd, Jw; IV — mokre lasy mieszane bukowo-jodłowe 10 Św, pjd, Jd, Jw, III; V — wilgotne świerczyno-buczyno-jedliny 7 Jd, 3 Św, pjd, Bk, Ol, Jw; VI — mokre lasy mieszane bukowo-jodłowe 10 Św, pjd, Jd, Bk, Jw, Brz; VII — wilgotne świerczyno-buczyno-jedliny 6 Jd, 4 Św, pjd, limba, Brz, Md.

Tabela 5

Zawartość mikroelementów w igliwiu świerka pospolitego zależnie od wysokości nad poziomem morza (mg% w popiele)

Składnik	Wysokość w m n.p.m.			
	700	900	1050	1360
Mangan	1886,30	1013,80	1026,60	2482,60
Miedź	51,00	25,50	52,40	62,40
Srebro	6,44	6,84	6,97	9,04
Cynk	31,30	34,90	31,80	28,40
Nikiel	31,00	18,40	24,30	28,50
Wanad	3,23	3,83	5,52	7,03
Kobalt	37,90	21,07	35,90	36,80
Ołów	4,00	4,40	3,54	6,10

* * *

Porównanie zawartości określanych składników (celulozy, ligniny, związków azotowych, substancji rozpuszczalnych w eterze, karotenów i mikroelementów) pozwala stwierdzić, że listowie i gałęzie są zasobniejsze w substancje biologicznie czynne niż kora i drewno pni, niezależnie od wpływu czynników ekologicznych. Dlatego też igliwie (listowie) i gałęzie stanowią odpowiedni surowiec do wytwarzania różnych preparatów leczniczych i spożywczych oraz do produkcji witaminowych dodatków do pasz, stosowanych w hodowli zwierząt.

Streszczenie

Przedmiotem badań było określenie udziału celulozy, ligniny, związków azotowych, karotenów, substancji ekstraktywnych i mikroelementów w różnych częściach drzewa, zależnie od wysokości stanowiska drzewa nad poziomem morza, wieku drzewa i innych czynników. Badania przeprowadzono w Karpatach Wschodnich i objęto nimi następujące gatunki drzew: *Picea excelsa* Link, *Pinus cembra* L., *Abies alba* L., *Fagus silvatica* L., *Quercus petraea* Liebl. i *Q. robur* L.

Wiele prawidłowości szczegółowych omówiono w tekście. Na rysunku przedstawiono zawartość karotenów w korze gałęzi i w igliwiu różnego wieku świerka i jodły, zależnie od wysokości nad poziomem morza (w mg/kg suchej masy). W tabelach podano:

- tab. 1: zawartość procentową celulozy, ligniny i związków azotowych w świerku pospolitym, zależnie od wysokości nad poziomem morza;
- tab. 2: zawartość ligniny (w procentach suchej masy) w drzewach różnych gatunków;
- tab. 3: zawartość substancji rozpuszczalnych w eterze;
- tab. 4: zawartość mikroelementów w igliwiu jodły pospolitej zależnie od wysokości nad poziomem morza (mg% w popiele);
- tab. 5: jak poprzednio w igliwiu świerka pospolitego.

Zbadano także wpływ warunków przechowywania zieleni technicznej na jej jakość jako surowca do produkcji mączki paszowo-witaminowej. Wykazano liczbowo straty poszczególnych składników w czasie przechowywania. Straty karotenów są największe latem, zwłaszcza gdy przechowuje się zieleń oddzielną od gałęzi.

Ромульд И. Томчук

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДЕРЕВЬЕВ

Краткое содержание

Предметом исследований являлось определение доли целлюлозы, лигнина, азотных соединений, каротинов, экстрактивных веществ и микроэлементов в разных частях дерева, в зависимости от высоты местопроизрастания дерева над уровнем моря, возраста дерева и других факторов. Исследования были проведены в Восточных Карпатах и охватывали следующие виды деревьев: *Picea excelsa* Link, *Pinus cembra* L., *Abies alba* L., *Fagus sylvatica* L., *Quercus petraea* Liebl. и *Q. robur* L.

Много подробных закономерностей приведено в тексте. На рисунке представлено содержание каротинов в коре ветвей и в хвое ели и пихты разного возраста, в зависимости от высоты над уровнем моря (в мг/кг сухого вещества). В таблицах приведены:

— табл. 1: процентное содержание целлюлозы, лигнина и азотных соединений в ели обыкновенной в зависимости от высоты над уровнем моря;

— табл. 2: содержание лигнина (в процентах сухого вещества) в деревьях разных видов;

— табл. 3: содержание веществ растворимых в эфире;

— табл. 4: содержание микроэлементов в хвое пихты белой в зависимости от высоты над уровнем моря (мг⁰/₀ в золе);

— табл. 5: как выше в хвое ели обыкновенной.

Исследовано тоже влияние условий хранения технической хвои на ее качество как сырья для производства хвойно-витаминной муки. Доказано в форме чисел убытки отдельных элементов во время хранения. Убытки каротина самые высокие летом, особенно тогда, когда хвоя хранится отдельно от ветвей.

Romuald I. Tomczuk

CHEMICAL COMPOSITION OF WOOD

Summary

The object of studies was to determine the proportion of cellulose, lignin, nitrogen compounds, carotenes, extracts, and microelements in various parts of tree depending upon the elevation of tree site above the sea level, its age, and other factors. Studies were carried out in eastern Carpathians and included following tree species: *Picea excelsa* Link, *Pinus cembra* L., *Abies alba* L., *Fagus sylvatica* L., *Quercus petraea* Liebl., and *Q. robur* L.

Numerous regularities are discussed in the paper. The figure presents carotene content in bark of branches and in various age needles of spruce and fir in relation to the elevation above sea level (in mg/kg of dry matter). Tables contain:

— Table 1: Percentual content of cellulose, lignin, and nitrogen compounds in Norway spruce in relation to the elevation above sea level.

— Table 2: Lignin content (in per cents of dry matter) in trees of different species.

— Table 3: Content of ether soluble substances.

— Table 4: Microelement content in needles of silver fir in relation to elevation above sea level (mg% in ash).

— Table 5: As above for Norway spruce needles.

The effect of storage conditions on the quality of technical greenery as a raw-material for the production of fodder was examined. Losses of individual components occurring in the course of storage were quantitatively indicated. Carotene losses are greatest in summer, particularly when greenery is stored while separated from branches.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 12 V 1972